

UNIVERSITY OF TORONTO



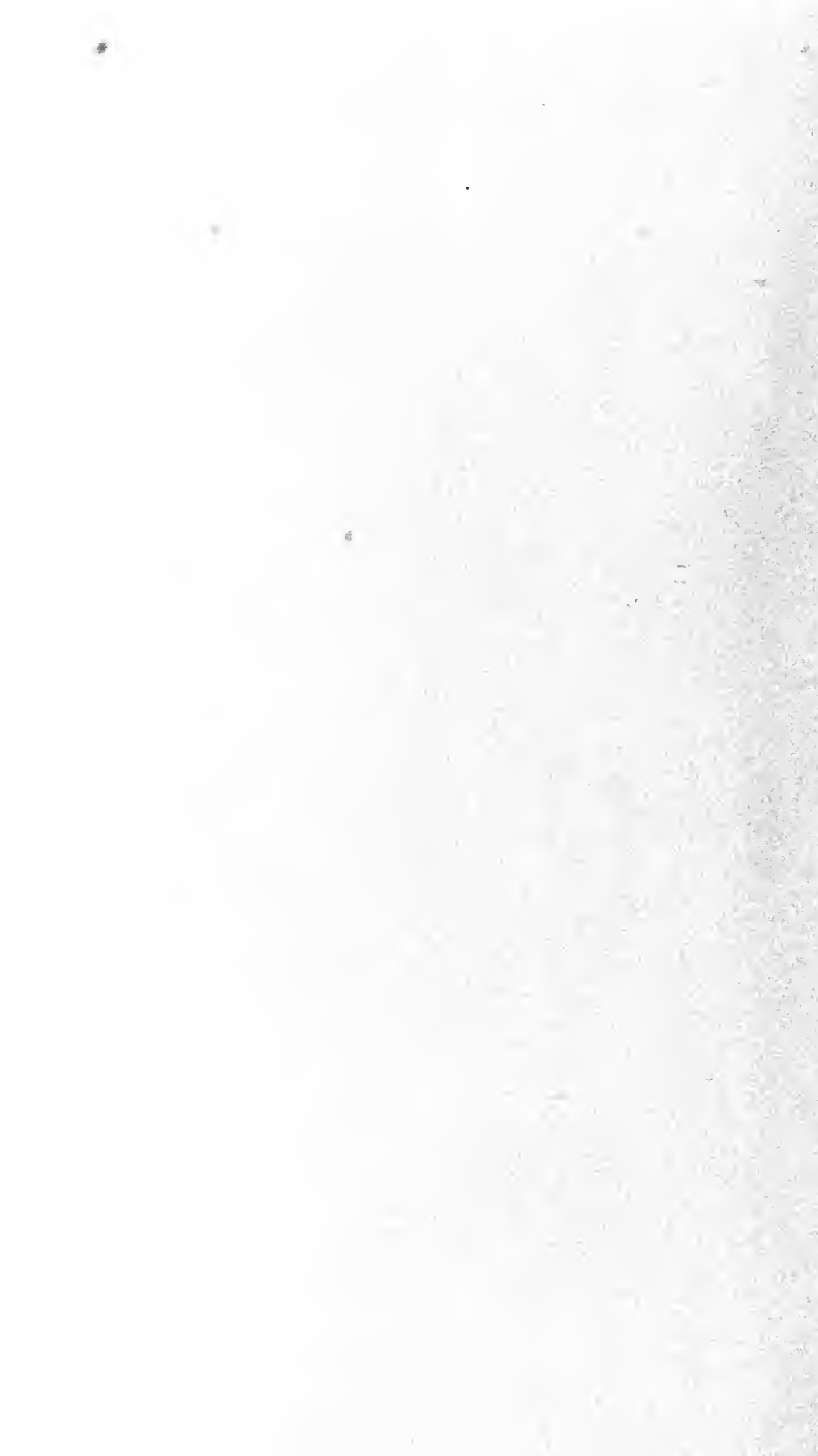
3 1761 01128307 4

Dmitriev, A

A

K voprosu ob izmene-  
nii meteorologicheskikh  
elementov

QC  
863  
D55









*К вопросу об изменении метеорологических элементов...*

*Dmitriev*      *Bonchikova*      *Kalichina*  
А. А. ДМИТРИЕВ, Т. В. БОНЧКОВСКАЯ и Т. А. КАЛИНИНА

## К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕНЕНИИ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ

### ВВЕДЕНИЕ

Наблюдения полного солнечного затмения дают ценные сведения о составе солнечной атмосферы, о движении Луны и Земли и т. д. Но затмение Солнца можно также использовать и для изучения некоторых геофизических процессов на самой Земле и в ее атмосфере.

Во время затмения в течение относительно короткого времени на некотором определенном участке земной поверхности происходит постепенное выключение прямой и рассеянной лучистой энергии Солнца. Естественно, что при этом значительно понижается температура почвы и прилежащих слоев атмосферы. Наблюдения хода температуры на различных высотах над поверхностью суши и воды при выключении солнечной энергии очень ценны для выяснения тепловой инерции разнородных областей земной поверхности.

Понижение температуры должно оказывать влияние на давление. Давление увеличивается, если сохраняет силу закон термобарической взаимосвязи, оправдывающийся для процессов большой длительности. Возможно также влияние на распределение влажности и облачности.

Изменение давления немедленно должно оказать воздействие на движение в атмосфере. В какой мере эта сложная взаимосвязь будет проявляться, пока не выяснено. Обычные метеорологические приборы для этого недостаточно точны и, кроме того, чрезвычайно трудно выделить малые изменения метеорологических элементов (например, давления) на фоне более сильных колебаний, все время происходящих в атмосфере.

В настоящей работе сделана попытка выяснить процессы, происходящие в атмосфере при солнечном затмении.

В качестве оценки возможных изменений метеорологических элементов приводится теоретический анализ возмущений температуры и давления при заданном ходе инсоляции, подобном наблюдающемуся во время затмения. Полученные теоретические выводы сравниваются с практическими результатами работ экспедиции, организованной Морским гидрофизическим институтом АН СССР для метеорологических наблюдений во время солнечного затмения 30 июня 1954 г.

### ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ

Во время затмения полутень от Луны занимает настолько большую площадь поверхности Земли, что изменения горизонтальных градиентов температуры не должны быть существенными. Лишь у края области пол-

ного затмения может наблюдаться некоторый скачок температуры. Однако быстрое перемещение края тени позволяет в первом приближении пренебречь влиянием горизонтальной передачи тепла по сравнению с вертикальной. Тогда изменение температуры во время затмения можно искать в виде решения простейшей одномерной нестационарной задачи.

Пусть до начала затмения существовало некоторое равновесное распределение температуры, обусловленное сочетанием инсоляции земной поверхности, эффективного излучения и теплопроводности воздуха и земли. В начальный момент времени инсоляция убывает прямо пропорционально времени до нулевого значения. Это значит, что отклонение в инсоляции будет к моменту фазы полного затмения отрицательно и равно начальной величине инсоляции. Обозначим его —  $q$ .

С момента начала фазы полного затмения  $\tau_1$  до момента его конца  $\tau_2$  инсоляция не меняется, а затем, к моменту  $\tau_3 = \tau_2 + \tau_1$  восстанавливается прежняя инсоляция, т. е. отклонение от нее исчезнет снова по линейному закону. Если обозначить отклонение инсоляции через

$$-f(t) = (1 - A) \Delta s, \quad (1)$$

где  $A$  — альbedo подстилающей поверхности,  $\Delta s$  — отклонение напряжения солнечной радиации, падающей на горизонтальную поверхность, то можно написать

$$f(t) = \begin{cases} q \frac{t}{\tau_1} & \text{при } t < \tau_1, \\ q & \text{при } \tau_1 < t < \tau_2, \\ q \frac{\tau_2 + \tau_1 - t}{\tau_1} & \text{при } \tau_2 < t < \tau_2 + \tau_1 = \tau_3, \\ 0 & \text{при } \tau_3 < t. \end{cases} \quad (2)$$

Отклонение эффективного излучения от существовавшего в начальный момент равно

$$E' = R\theta, \quad (3)$$

где  $\theta$  — отклонение температуры,  $R$  — газовая постоянная. Обозначим отклонения температуры воздуха через  $\theta_2$  и подстилающей поверхности через  $\theta_1$ . Тогда тепловой баланс на поверхности выразится в виде

$$\lambda_1 \frac{\partial \theta_1}{\partial z} - \lambda_2 \frac{\partial \theta_2}{\partial z} = -f(t) - R\theta_1, \quad (4)$$

где  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  — коэффициенты теплопроводности соответственно подстилающей поверхности и воздуха при  $z = 0$ .

Учитывая кратковременность фазы полного затмения, а следовательно, небольшие вертикальные масштабы влияния подстилающей поверхности, уравнения распространения тепла напишем в простейшем виде

$$\frac{\partial \theta_2}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[ (k_0 + cz) \frac{\partial \theta_2}{\partial z} \right], \quad (5)$$

$$\frac{\partial \theta_1}{\partial t} = k \frac{\partial^2 \theta_1}{\partial z^2}. \quad (6)$$

Решение системы уравнений (5) и (6) следует искать при условии (4), полагая также

$$\theta_1 = \theta_2 \text{ при } z = 0, \quad (7)$$

$$\theta_2 = 0 \text{ при } z = +\infty, \quad (8)$$

$$\theta_1 = 0 \text{ при } z = -\infty. \quad (9)$$

Учтя импульсивный характер правой части (4), воспользуемся операционным исчислением. Для функции  $f(t)$  изображение имеет вид ([1], стр. 62)

$$f(t) \leftarrow \div F(p) \equiv \frac{q}{p\tau_1} [(1 - e^{-p\tau_1})(1 - e^{-p\tau_2})]. \quad (10)$$

Изображение температуры ( $\vartheta$  — отклонение температуры) будем обозначать

$$\theta(t, z) \leftarrow \div \vartheta(p, z). \quad (11)$$

Введем дополнительные обозначения

$$\xi = \frac{2}{c} \sqrt{k_0 + cz}, \quad (12)$$

$$\xi_0 = \frac{2}{c} \sqrt{k_0}. \quad (13)$$

Тогда уравнения (5) и (6) переищутся в виде

$$p\vartheta_2 = \frac{1}{\xi} \frac{\partial}{\partial \xi} \left( \xi \frac{\partial \vartheta_2}{\partial \xi} \right), \quad (14)$$

$$p\vartheta_1 = k \frac{\partial^2 \vartheta_1}{\partial z^2}. \quad (15)$$

Граничные условия запишем так:  
при  $z = 0$

$$\lambda_1 \frac{\partial \vartheta_1}{\partial z} - \lambda_2 \frac{2}{c\xi_0} \frac{\partial \vartheta_2}{\partial \xi} = -F(p) - R\vartheta_1, \quad (16)$$

$$\vartheta_1 = \vartheta_2; \quad (17)$$

при  $z = +\infty$

$$\vartheta_2 = 0; \quad (18)$$

при  $z = -\infty$

$$\vartheta_1 = 0. \quad (19)$$

Решение в операционной форме выражается через функции Ханкеля от мнимого аргумента

$$\vartheta_2 = - \frac{F(p) H'_0(i\sqrt{p}\xi)}{\left( \lambda_1 \sqrt{\frac{p}{k}} + R \right) H'_0(i\sqrt{p}\xi_0) + i\lambda_2 \frac{2\sqrt{p}}{c\xi_0} H'_1(i\sqrt{p}\xi_0)}, \quad (20)$$

$$\vartheta_1 = - \frac{F(p) \cdot H'_0(i\sqrt{p}\xi_0) e^{\sqrt{\frac{p}{k}} z}}{\left( \lambda_1 \sqrt{\frac{p}{k}} + R \right) H'_0(i\sqrt{p}\xi_0) + i\lambda_2 \frac{2\sqrt{p}}{c\xi_0} H'_1(i\sqrt{p}\xi_0)}. \quad (21)$$

Таким образом, температура представляется функцией вида

$$\vartheta = -F(p) \cdot \varphi_2(p), \quad (22)$$

где

$$F(p) = \frac{\varphi_1(p)}{p} = \frac{1 - e^{-p\tau_1} - e^{-p\tau_2} + e^{-p(\tau_1 + \tau_2)}}{p} \frac{q}{\tau_1}. \quad (23)$$

Если бы нам был известен оригинал функции

$$\varphi_2(p) \rightarrow \Phi_2(t), \quad (24)$$

то решение имело бы вид

$$\frac{1}{p} \varphi_1(p) \cdot \varphi_2(p) \rightarrow \int_0^t \Phi_1(\tau) \Phi_2(t-\tau) d\tau; \quad (25)$$

здесь

$$\Phi_1(\tau) = 1 - \sigma_0(\tau - \tau_1) - \sigma_0(\tau - \tau_2) + \sigma_0(\tau - \tau_1 - \tau_2), \quad (26)$$

где  $\sigma_0(\tau - \tau_1)$  — единичная функция Хевисайда ([1], стр. 31). На интервале времени  $\tau_1 < t < \tau_2$ , т. е. во время полной фазы затмения, решение имеет вид

$$\theta_2(t, z) = -\frac{q}{\tau_1} \left\{ \int_0^{\tau_1} \Phi_2(t-\tau) d\tau \right\}. \quad (27)$$

На других интервалах времени решение можно написать в виде: при  $0 < t < \tau_1$

$$\theta_2(t, z) = -\frac{q}{\tau_1} \int_0^t \Phi_2(t-\tau) d\tau; \quad (28)$$

при  $\tau_2 < t < \tau_3 = \tau_2 + \tau_1$

$$\theta_2(t, z) = -\frac{q}{\tau_1} \left\{ \int_0^{\tau_1} \Phi_2(t-\tau) d\tau - \int_{\tau_2}^t \Phi_2(t-\tau) d\tau \right\}; \quad (29)$$

при  $\tau_3 < t$

$$\theta_2(t, z) = -\frac{q}{\tau_1} \left\{ \int_0^{\tau_1} \Phi_2(t-\tau) d\tau - \int_{\tau_2}^{\tau_3} \Phi_2(t-\tau) d\tau \right\}. \quad (30)$$

Оригинал  $\Phi_2$  для функции  $\varphi_2(p)$  можно искать по формуле обращения

$$\Phi_2(t) = \frac{1}{2\pi i} \int_{\sigma-i\infty}^{\sigma+i\infty} e^{pt} \varphi_2(p) \frac{dp}{p}, \quad (31)$$

где действительное число  $\sigma$  может быть произвольным, но достаточно большим. Предположим, что  $\sigma$  настолько велико, что имеет место асимптотическое разложение функций Ханкеля в виде

$$\begin{aligned} H'_0(i\sqrt{p}\xi) &\sim \frac{e^{-V\bar{p}\xi}}{\sqrt{\frac{\pi}{2}V\bar{p}\xi}} e^{-i\frac{\pi}{2}(1)} = -i \frac{e^{-V\bar{p}\xi}}{\sqrt{\frac{\pi}{2}\xi V\bar{p}}}, \\ H'_1(i\sqrt{p}\xi) &\sim \frac{e^{-V\bar{p}\xi}}{\sqrt{\frac{\pi}{2}V\bar{p}\xi}} e^{-i\frac{\pi}{2}(1+1)} = \frac{-e^{-V\bar{p}\xi}}{\sqrt{\frac{\pi}{2}\xi V\bar{p}}}. \end{aligned} \quad (32)$$

Тогда в выражениях (20) и (24) функция  $\varphi_2(p)$  может быть приближенно заменена

$$\begin{aligned} \varphi_{2.2} &\equiv \frac{H'_0(i\sqrt{p}\xi)}{\left(\lambda_1 \sqrt{\frac{p}{k} + R}\right) H'_0(i\sqrt{p}\xi_0) + i\lambda_2 \frac{2V\bar{p}}{c\xi_0} H'_1(i\sqrt{p}\xi_0)} \approx \\ &\approx \frac{e^{-V\bar{p}(\xi-\xi_0)} \sqrt{\frac{\xi_0}{\xi}}}{\left(\lambda_1 \sqrt{\frac{p}{k} + R}\right) + 2\lambda_2 \frac{V\bar{p}}{c\xi_0}}, \end{aligned} \quad (33)$$



$$\varphi_{2,1} \equiv \frac{H'_0(i\sqrt{p}\bar{\xi}_0) e^{\sqrt{\frac{p}{k}}z}}{\left(\lambda_1 \sqrt{\frac{p}{k}} + R\right) H'_0(i\sqrt{p}\bar{\xi}_0) + i\lambda_2 \frac{2\sqrt{p}}{c\bar{\xi}_0} H'_1(i\sqrt{p}\bar{\xi}_0)} \approx \frac{e^{\sqrt{\frac{p}{k}}z}}{\left(\frac{\lambda_1}{\sqrt{k}} + \frac{2\lambda_2}{c\bar{\xi}_0}\right) \sqrt{p} + R}. \quad (34)$$

Для выражений вида (33) и (34) нет необходимости вычислять интеграл (31), так как оригинал для них известен ([2], стр. 154):

$$\frac{e^{-a\sqrt{p}}}{a + \sqrt{p}} \rightarrow \frac{1}{a} \operatorname{erfc} \frac{\alpha}{2\sqrt{t}} - \frac{e^{\alpha a + a^2 t}}{a} \operatorname{erfc} \left( \frac{\alpha}{2\sqrt{t}} + a\sqrt{t} \right), \quad (35)$$

где следует для (33) положить  $\alpha = (\xi - \xi_0)$ , а для (34)  $\alpha = \frac{|z|}{\sqrt{k}}$ . В обоих

случаях  $a = \frac{R}{\left(\frac{\lambda_1}{\sqrt{k}} + \frac{2\lambda_2}{c\bar{\xi}_0}\right)}$ ,  $\operatorname{erfc}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_x^\infty e^{-u^2} du$ . Теперь, вместо (27),

можно приближенно написать для периода полного затмения

$$\theta_1(t, z) \approx -\frac{q}{\tau_1} \frac{1}{R} \int_0^{\tau_1} \left\{ \operatorname{erfc} \frac{|z|}{2\sqrt{k}(t-\tau)} - e^{\frac{|z|R}{\lambda_1 + 2\lambda_2 \sqrt{k}} + \left[ \frac{R}{\frac{\lambda_1}{\sqrt{k}} + \frac{2\lambda_2}{c\bar{\xi}_0}} \right]^2 (t-\tau)} \right. \\ \left. \times \operatorname{erfc} \left[ \frac{|z|}{2\sqrt{k}(t-\tau)} + \frac{R}{\frac{\lambda_1}{\sqrt{k}} + \frac{2\lambda_2}{c\bar{\xi}_0}} \sqrt{t-\tau} \right] \right\} d\tau. \quad (36)$$

В случае  $R = 0$  будет также  $a = 0$ . Тогда, вместо (35), имеем ([2], стр. 153)

$$\frac{e^{-a\sqrt{p}}}{\sqrt{p}} \rightarrow 2 \sqrt{\frac{t}{\pi}} e^{-\frac{\alpha^2}{4t}} - \alpha \operatorname{erfc} \left( \frac{1}{2} \frac{\alpha}{\sqrt{t}} \right). \quad (37)$$

Физически этот случай мало интересен, так как эффективное излучение обычно не равно нулю.

### ИЗМЕНЕНИЕ ДАВЛЕНИЯ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ

Рассмотренные температурные изменения довольно быстро убывают с высотой. Поэтому влияние их на изменение давления не может быть велико. Однако принципиально важно для суждения о скоростях перестройки атмосферных процессов оценить происходящие во время затмения изменения давления.

Для теоретической схемы мы воспользуемся известной формулой гидростатики для малых возмущений давления и температуры (см., например, [3], стр. 53)

$$p' = p'_s e^{-gz/RT_0} + p_0 \frac{g}{BT_0^2} \int_0^z \theta' dz, \quad (38)$$

где  $p_0 = p_{0s} e^{-gz/BT_0}$ ,  $p'_s$  — возмущение наземного давления, связанное с изменением температуры воздуха,  $T_0$  — постоянная, невозмущенная температура,  $B$  — универсальная газовая постоянная. Полагая, что возмущения давления исчезают на бесконечно большой высоте, находим из (38) наземное отклонение

$$p'_s = - p_{0s} \frac{g}{BT_0^2} \int_0^{\infty} \theta' dz. \quad (39)$$

Отсюда, пользуясь формулами (27) или (28) и т. д., можно вычислить сразу наземное возмущение давления. Практически удобнее воспользоваться иной формой решения с конечными пределами интегрирования. Для ее получения найдем сначала решение для операционного изображения давления. Тогда, вместо (39), получим для интервала  $\tau_1 < t < \tau_2$

$$\tilde{p}'_s = - p_{0s} \frac{g}{BT_0^2} \int_0^{\infty} \theta_2 dz,$$

или, учитывая (20),

$$\begin{aligned} \tilde{p}'_s = p_{0s} \frac{g}{BT_0^2} \frac{F(p)}{\left(\lambda_1 \sqrt{\frac{p}{k}} + R\right) H'_0(iV\bar{p}\xi_0) + i\lambda_2 \frac{2V\bar{p}}{c\xi_0} H'_1(iV\bar{p}\xi_0)} \times \\ \times \int_0^{\infty} H'_0\left(iV\bar{p} \frac{2}{c} \sqrt{k_0 + cz}\right) dz. \end{aligned} \quad (40)$$

Но

$$\begin{aligned} \int_0^{\infty} H'_0\left(iV\bar{p} \frac{2}{c} \sqrt{k_0 + cz}\right) dz &= \frac{c}{2} \int_{\xi_0}^{\infty} H'_0(iV\bar{p}\xi) \xi d\xi = \\ &= \frac{c}{2p} H'_1(iV\bar{p}\xi_0) (iV\bar{p}\xi_0), \end{aligned}$$

где  $\xi_0 = \frac{2}{c} \sqrt{k_0}$ . Следовательно, выражение (40) можно переписать в виде

$$\tilde{p}'_s = p_{0s} \frac{g}{BT_0^2} \frac{cF(p) H'_1(iV\bar{p}\xi_0) (iV\bar{p}\xi_0)}{2p \left\{ \left(\lambda_1 \sqrt{\frac{p}{k}} + R\right) H'_0(iV\bar{p}\xi_0) + i\lambda_2 \frac{2V\bar{p}}{c\xi_0} H'_1(iV\bar{p}\xi_0) \right\}}. \quad (41)$$

Аналогично (33) ищем асимптотическое представление для функции

$$\varphi_3(p_1\xi_0) = \frac{2\tilde{p}'_s(p_1\xi_0) BT_0^2}{\xi_{0s} c F(p)} = \frac{H'_1(iV\bar{p}\xi_0)}{V\bar{p} \left\{ \left(\lambda_1 \sqrt{\frac{p}{k}} + R\right) H'_0(iV\bar{p}\xi_0) + i\lambda_2 \frac{2V\bar{p}}{c\xi_0} H'_1(iV\bar{p}\xi_0) \right\}}.$$

С учетом выражения (32) оно будет иметь вид

$$\varphi_3(p_1\xi_0) \sim \frac{1}{V\bar{p} \left\{ \left(\frac{\lambda_1}{\sqrt{k}} + \frac{2\lambda_2}{c\xi_0}\right) V\bar{p} + R \right\}}; \quad (42)$$

оригинал  $\Phi_3(t_1\xi_0)$  функции (42) известен (см. [2], стр. 132, где  $a$  следует

считать равным нулю):

$$\Phi_3(t_1 \xi_0) = \frac{1}{R} \left\{ 2 \sqrt{\frac{t}{\pi}} - \frac{1}{R} \left( \frac{\lambda_1}{V k} + \frac{2\lambda_2}{c \xi_0} \right) \left[ 1 - \exp \left( \frac{t R^2}{\left( \frac{\lambda_1}{V k} + \frac{2\lambda_2}{c \xi_0} \right)^2} \right) \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \operatorname{erfc} \left( \frac{R V t}{\left( \frac{\lambda_1}{V k} + \frac{2\lambda_2}{c \xi_0} \right)} \right) \right] \right\}.$$

Аналогично (25), для приземного давления можно написать

$$p'_s = p_{0s} \frac{g}{B T_0^2} \frac{c \xi_0 q}{2 \tau_1} \int_0^t \Phi_1(\tau) \Phi_3(t - \tau) d\tau. \quad (43)$$

Для различных интервалов времени эта формула имеет вид для  $0 < t < \tau_1$

$$p'_s = p_{0s} \frac{g}{B T_0^2} \frac{c \xi_0 q}{2 \tau_1} \int_0^t \Phi_3(t - \tau) d\tau; \quad (44)$$

для  $\tau_1 < t < \tau_2$ , т. е. во время полного затмения,

$$p'_s = p_{0s} \frac{g}{B T_0^2} \frac{c \xi_0 q}{2 \tau_1} \int_0^{\tau_1} \Phi_3(t - \tau) d\tau; \quad (45)$$

для  $\tau_2 < t < \tau_3$

$$p'_s = p_{0s} \frac{g}{B T_0^2} \frac{c \xi_0 q}{2 \tau_1} \left\{ \int_0^{\tau_1} \Phi_3(t - \tau) d\tau - \int_{\tau_2}^t \Phi_3(t - \tau) d\tau \right\}. \quad (46)$$

#### МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ НАБЛЮДЕНИЯ ВО ВРЕМЯ СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ 30 ИЮНЯ 1954 ГОДА

Затмение 30 июня 1954 г. было исключительно благоприятным для самых разнообразных наблюдений, так как полоса лунной тени проходила по обширной территории Советского Союза от Клайпеды через Полтаву, Жданов и Баку к Индии. Это позволяло выбрать место наблюдений в соответствии с теми или иными требованиями.

Перед нашей экспедицией были поставлены следующие главные задачи:

1. Выяснить, как будут изменяться основные метеорологические элементы при кратковременном выключении солнечной радиации.
2. Определить влияние близости моря на эти изменения.

Рабочие пункты были установлены примерно на оси полосы прохождения полной фазы на побережье Азовского моря. Район наблюдений представлял собой прибрежную изменчивую полосу. На расстоянии одного километра от берега профиль поднимался на 50—60 м, а далее простирались достаточно ровные пашни.

Пункт 1 был расположен у самой береговой черты (ориентированной в данном районе с востока на запад) на расстоянии 17 м от уреза воды и на высоте 2 м от уровня моря. Пункт 2 был отодвинут в глубь берега на расстояние 1,4 км на север, высота его 58 м над уровнем моря.

При наблюдениях были использованы обычные метеорологические приборы и приборы повышенной точности.

Температура воздуха измерялась на обоих пунктах при помощи психрометра Ассмана на высоте 1,5 м от поверхности земли и термометрами на высоте 2 м.

Температура поверхности почвы измерялась термометрами, слегка присыпанными землей. Однако было обнаружено, что величина засыпки сильно влияет на показания термометра. Поэтому в приводимых ниже таблицах мы ограничиваемся для температуры почвы точностью до 1°.

Давление для контроля измерялось несколькими приборами: anerоидами, баронивелирами, кислотными микробарометрами. На пункте 2 был установлен кислотный микробарограф-самописец. Влажность определялась психрометрами, скорость ветра — анемометрами (обычными и контактными).

Направление ветра фиксировалось контактными румбографом, сконструированным в МГИ. Прибор представлял собой обычную флюгарку легкого типа (без доски), на указателе которой был припаян контактор. Последний скользил по кольцу, укрепленному на оси флюгарки. На кольце имелось 16 контактов, замыкающих электрическую цепь на разные сопротивления. Таким образом, каждому направлению ветра на ленте с оптической записью соответствовало определенное отклонение зайчика. Этот прибор использовался в течение короткого времени прохождения полной фазы.

На пункте 1 измерялась температура воды на расстоянии 20 м от берега.

Наблюдения производились с 24 июня по 1 июля включительно в 7, 13, 19, 21 час. и кроме того дополнительно: с 15 ч. 03 м. до 18 ч. через каждые 10 мин., причем в интервале с 15 ч. 23 м. до 15 ч. 28 м. отсчеты производились через каждую минуту, так как во время прохождения полной фазы мы ожидали появления наиболее заметных возмущений в атмосфере.

Для оценки изменений в ходе метеорологических элементов во время выключения радиации Солнца прежде всего нужно было выделить тот фон, на котором эти изменения происходят, т. е. нужно было знать типичный ход температуры, давления, влажности, скорости и направления ветра, радиации в данном районе хотя бы за несколько дней до и после затмения.

Анализ полученных результатов показал, что за период наблюдений (с 24 июня по 1 июля) имело место поступление по крайней мере двух резко различных типов воздушных масс. 24, 25 и 26 июня наблюдался восточный ветер, сопровождавшийся повышенным давлением и облачностью. С 27 июня по 1 июля наблюдался перенос воздушных масс с юга, повышенная радиация, переменная облачность, более низкое давление. Для наших задач было целесообразно использовать лишь наблюдения этого последнего периода, который охватывал и день затмения.

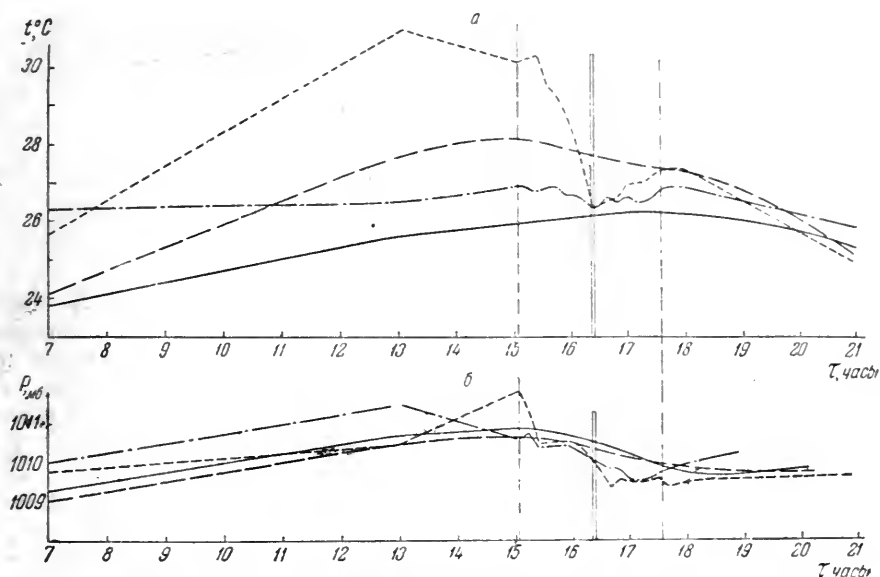
Чтобы выделить наиболее характерные черты термобарического режима в районе наблюдений, обратимся к фиг. 1, дающей распределение температур и давления. Сплошными линиями здесь представлен сглаженный осредненный за четыре дня ход температуры и давления для пункта 1, а пунктиром — для пункта 2.

Для характеристики отдельных дней, по которым производилось осреднение, приведем значения средних квадратичных отклонений  $\sigma_t$  от средней величины.

	27 июня	28 июня	29 июня	1 июля
Пункт 1 . . . . .	0,7	0,4	0,9	0,4
Пункт 2 . . . . .	0,7	0,4	0,8	0,8

Как видно из таблицы,  $\varepsilon_t$  колеблется в пределах от 0,4 до 0,8, причем 28 июня распределение температуры было наиболее близко к среднему. Вероятные ошибки наблюдений температуры не превышали 0,1.

Чтобы оценить возможную погрешность в определении давления, мы произвели ряд специальных сверок, в частности особо тщательно были



Фиг. 1. Распределение температуры и давления по времени:

- осредненные данные для пункта 1,
- - - осредненные данные для пункта 2,
- · - · - данные за 30 июня 1954 г. для пункта 1,
- · · · · данные за 30 июня 1954 г. для пункта 2.

сверены анероиды, так как к их показаниям привязывались отсчеты по другим приборам. Среднее квадратичное отклонение разностей давления по анероидам  $\sigma_p = 0,25$  мб. Отсюда следует, что вероятная ошибка наблюдений равна  $\Delta = \pm 0,17$  мб.

Кривые давления (фиг. 1, б) для обоих пунктов почти совпадают. Наблюдается лишь наибольшее расхождение, порядка 0,3 мб, причем почти в течение всего дневного времени давление на побережье выше.

Совсем иная картина распределения средней температуры (фиг. 1, а). Кривые для двух пунктов заметно расходятся. Для побережья средняя дневная температура равна  $26^\circ$ . За время наблюдений с 07 до 21 часа температура изменяется в пределах от  $23,8$  до  $26^\circ,3$ , т. е. на  $2^\circ,5$ , при этом максимум имеет место в 17—18 час. В дневные и вечерние часы температура очень устойчива, так, например, с 13 до 20 час. колебания происходят в пределах  $0^\circ,5$ .

Для удаленного от моря района характерен иной режим. Средняя дневная температура равна  $27^\circ,5$ , изменяясь от  $24^\circ,1$  до  $28^\circ,2$ , т. е. дневные изменения температуры уже более значительны ( $4^\circ,1$ ). Максимум наблюдается в 15 час., а днем температура менее устойчива, т. е., как правило, средняя температура воздуха на побережье ниже, чем на папине. Наибольшее расхождение наблюдается в дневные часы, особенно при безоблачном небе (горизонтальный градиент средней температуры равен приблизительно  $1^\circ$  на 1 км).

Максимум температуры запаздывает у берега на 2 часа по сравнению с пунктом, удаленным от моря. Температурные колебания здесь значительно сглажены.

Следует напомнить, что описываемые различия относятся к двум районам, отстоящим друг от друга всего на расстоянии 1,4 км при разнице в высоте 56 м.

М. И. Юдин [4] оценивает возможные расхождения температуры на двух пунктах, расположенных на одной высоте на расстоянии  $\Delta s$  по формуле

$$\sqrt{b_T(\Delta s)} = 5,0 \cdot 10^{-3} \Delta s^{1/2} \text{ град,}$$

где  $b_T(\Delta s)$  — средний квадрат разности температур в двух пунктах. При расстоянии  $\Delta s = 1,4$  км

$$\sqrt{b_T(\Delta s)} = 0^\circ,187.$$

Однако нами была зарегистрирована соответствующая разность температур в дневные часы до  $3^\circ$ . Причина этого расхождения — влияние моря (различие в высоте пунктов и свойствах почвы сглаживало бы эти разности). Нами фиксировались температуры воды более высокие, чем в воздухе. Однако эти данные отнюдь не характеризуют море в целом, так как они брались вблизи берега. Глубина воды здесь примерно 1 м, течения незначительные. В силу этого слой воды у берега сильно прогревается. Воздействием моря обуславливается и повышенная влажность на береговом пункте.

Следующей характеристикой является распределение температуры почвы. У моря температура почвы выше, особенно в ясные солнечные дни. Сухой песчаный грунт берега обладает плохой теплопроводностью, поэтому получаемое песком тепло концентрируется в верхних слоях.

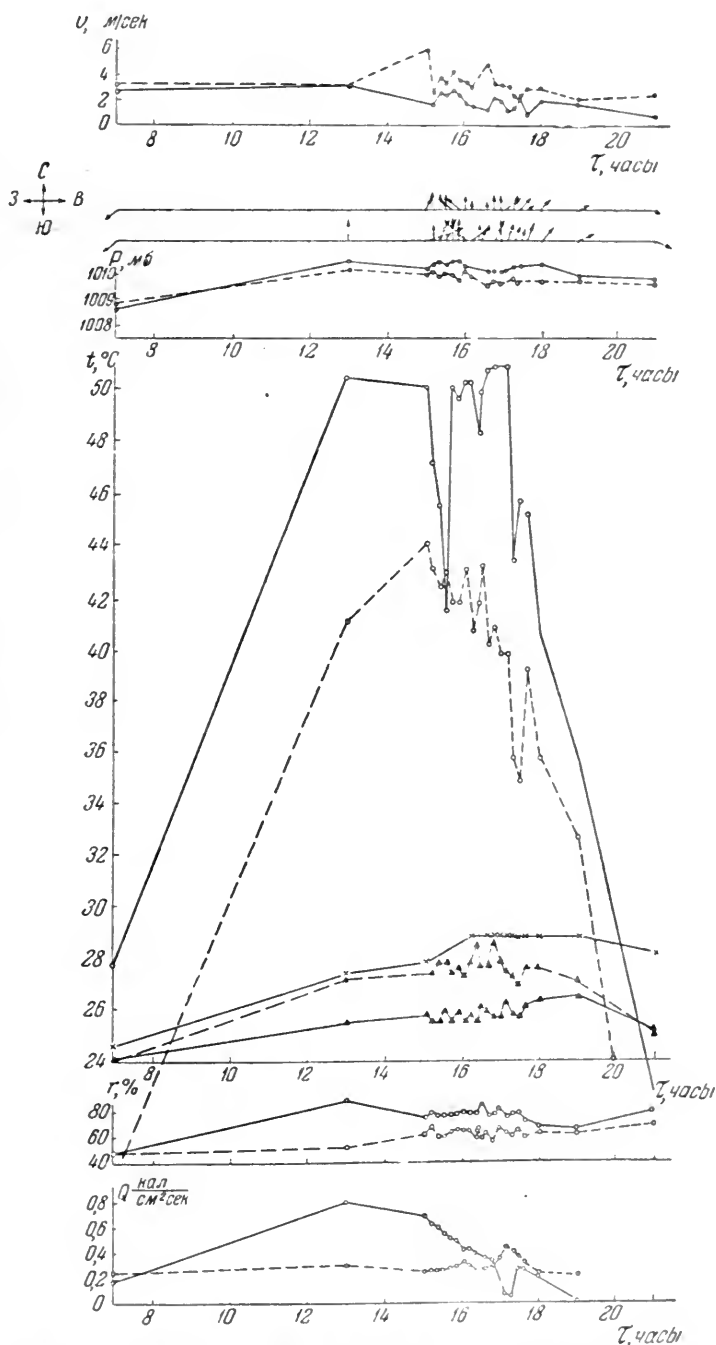
На пункте 2 почва пашни более теплопроводна. Нагревание здесь от поверхностных слоев грунта лучше распространяется на глубину.

Следует отметить характерную устойчивость направления ветра, особенно в дневные часы. Отклонения от южного направления не превышали  $45^\circ$  и были случайными. Бризовая перемена в направлении переноса воздуха обычно происходила в 19—20 час. и утром в 8—9 час.

Рассмотрение синоптических карт показало близкое совпадение синоптической ситуации 28 и 30 июня. В эти дни над районом наблюдений с юго-востока проходил фронт. Расположение фронтов в 13 час. было почти подобным. Однако центр низкого давления над северо-западной частью Азовского моря в день затмения был значительно резче выражен. Этому соответствовало более быстрое перемещение фронта, сопровождавшееся большими скоростями ветра. Более интенсивный перенос теплого воздуха с юга вызвал 30 июня повышение средней температуры воздуха, несмотря на то, что ход солнечной радиации существенно не отличался от хода за 28 июня.

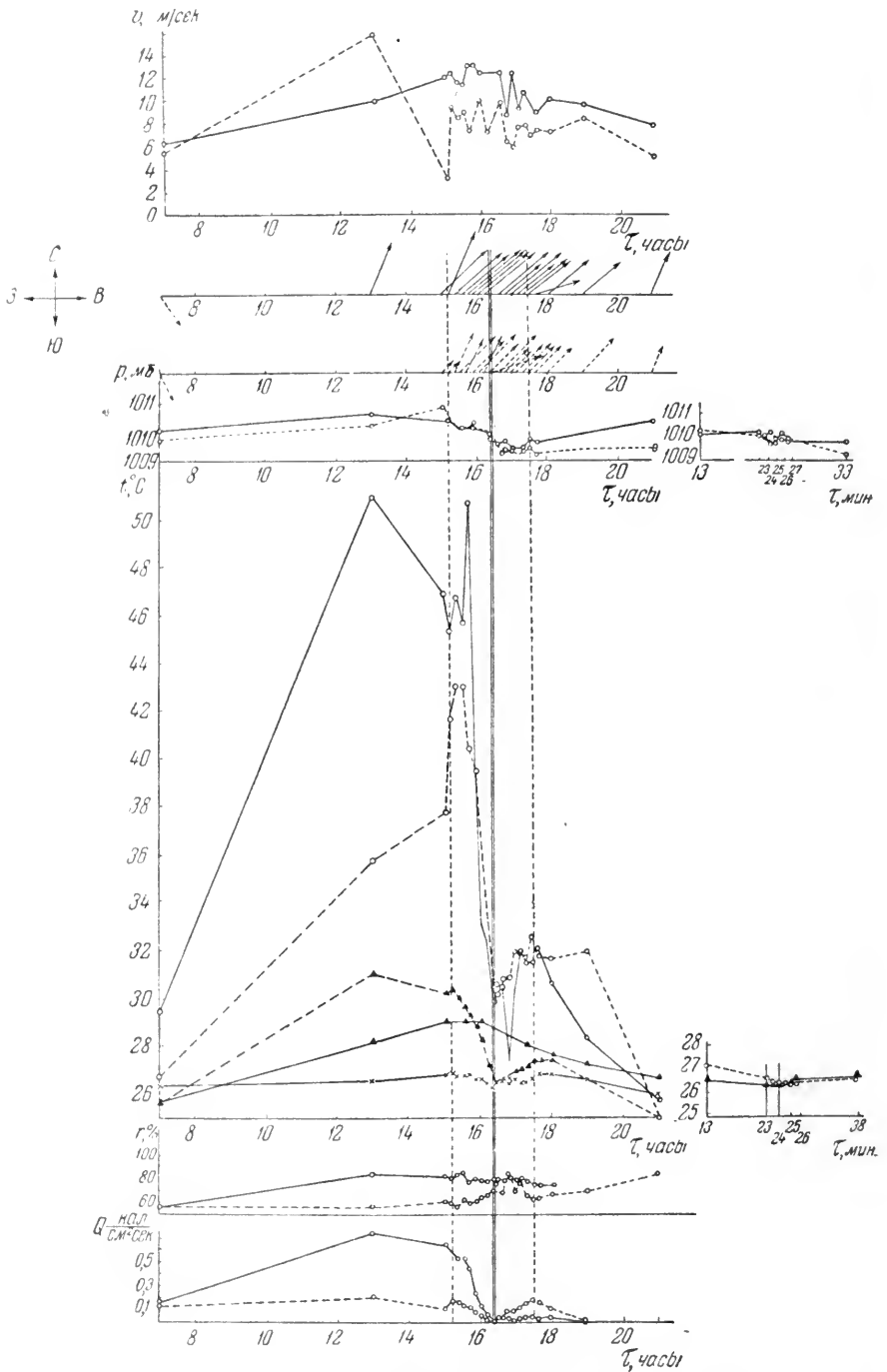
На фиг. 2 и 3 приведены для сравнения графики хода метеорологических элементов за указанные два дня. Вертикальными пунктирными линиями на фиг. 3 отмечено начало и конец частного затмения Солнца, сплошными вертикальными линиями — начало и конец полной фазы.

Эти графики позволяют отметить еще одно любопытное явление. При учащенных наблюдениях с 15 до 18 час. обнаруживается, что температура, давление и скорость ветра испытывают колебания с периодом 20—30 мин. Колебания давления по амплитуде превышают величину возможных ошибок. Колебания температуры в пределах  $1^\circ$  по показаниям



Фиг. 2. Ход метеорологических элементов за 28 июня 1954 г.

— для пункта 1; - - - для пункта 2. Обозначения температур: x — температура воды, o — почвы, ▲ — воздуха.



Фиг. 3. Ход метеорологических элементов за 30 июня 1954 г.



термометров подтверждались наблюдениями посредством термомпар. Таким образом, мы можем утверждать, что отмеченные колебания отображают определенные физические процессы, происходящие в атмосфере, причем в некоторые дни колебания более интенсивны, амплитуда их больше на береговом пункте.

Недостаточная продолжительность наблюдения (всего несколько дней) не позволяет выяснить, в каких случаях отмеченные явления резко выражены и насколько они связаны с близостью моря. Кроме того, наши данные, полученные через интервалы в 10 мин., недостаточны для выявления структуры колебаний. Можно предполагать, что они связаны с прохождением конвективных ячеек.

Подобные процессы в атмосфере были обнаружены Мунком в Калифорнии [5]. Найденная им амплитуда изменений давления достигала нескольких миллибар, скорости ветра — нескольких метров в секунду и высоты над уровнем моря — порядка сантиметров. Автор приходит к заключению, что в атмосфере существуют гравитационные волны длиной 4—10 км с периодом 5—15 мин. Как правило, эти волны Мунком наблюдались в случаях температурной инверсии.

Как отмечено выше, день солнечного затмения отличался от смежных дней несколько повышенной температурой в дневные часы. На фиг. 1 ход температуры и давления для пункта 2 за 30 июня нанесен точечным пунктиром, для пункта 1 — штрихпунктиром для сравнения со средним распределением для обоих пунктов. С началом частного затмения можно заметить сильное нарушение в ходе кривой. К моменту полной фазы на пункте 2 температура воздуха понизилась на  $3^{\circ},9$ . В другие дни за это время средняя суточная кривая здесь понижается на  $0^{\circ},4$ , а в синоптически подобный день 28 июня даже имело место некоторое повышение температуры (см. фиг. 2), т. е. можно ориентировочно считать, что разность температур, обусловленная затмением, составляет  $3^{\circ},5$ . Если же понижение температуры определять как разность между интерполированным по прямой от первого к четвертому контакту для 30 июня ходом и ходом, наблюдавшимся в момент затмения, то получится значение  $2^{\circ},5$ .

Соответствующий эффект на пункте 1 проявляется значительно слабее. Температура понижается с момента начала затмения до полной фазы всего на  $0^{\circ},6$ . Следует учесть, что из-за сдвига максимума кривая суточного хода за это время должна была бы подняться приблизительно на  $0^{\circ},3$ . Тогда можно считать, что разность температур за счет затмения будет равна  $0^{\circ},9$  (28 июня на побережье также наблюдалось некоторое повышение температуры).

Приведенные выше изменения произошли в течение 1 ч. 20 м. от момента первого контакта до второго. За время полной фазы (см. фиг. 3) у берега температура остается постоянной, на пашне разность температур равна —  $0^{\circ},3$ .

Резкая разница в ходе падения температуры при затмении для двух удаленных на разное расстояние от уреза воды пунктах еще раз показывает, насколько существенно сглаживающее влияние моря на тепловой режим прибрежной полосы. На удаленном от моря пункте охлаждение от почвы успевает распространиться на несколько метров вверх. У берега нагретая масса воды в силу своей тепловой инерции при выключении солнечной радиации отдает накопленное тепло прилегающим слоям воздуха, предохраняя их от охлаждения.

Понижение температуры почвы с момента начала частного затмения до полной фазы для пункта 1 составляло  $15^{\circ},4$ , а для пункта 2 —  $11^{\circ},6$ . Соответствующее понижение температуры почвы относительно интерпо-

лированного за 30 июня хода оказывается для пункта 1 порядка  $9^{\circ},1$  и для пункта 2 порядка  $10^{\circ},1$ .

Одновременно с падением температуры на удаленном от моря пункте наблюдалось повышение относительной влажности.

Выделить изменения давления во время солнечного затмения 30 июня значительно сложнее. День 30 июня отличался от предыдущих своим барическим режимом. Надвигающийся циклон сопровождался довольно резким понижением давления, которое совпало по времени с солнечным затмением. Кроме того, на суточный ход накладывались описанные выше колебания с амплитудой порядка 0,5 мб с малым периодом. Это сильно затрудняло нашу задачу, тем более что теоретически ожидаемые изменения давления сравнимы по величине с возможными ошибками показаний приборов.

Непрерывная запись давления на пункте 2 показала наличие скачка в момент прохождения полной фазы (см. фиг. 3). В момент полной фазы давление повышается в течение одной минуты, образуя на общем фоне понижения небольшое возвышение около 0,2 мб, а затем после ускоренного понижения восстанавливается приблизительно прежний ход.

Подобный горб наблюдался и на кривой давления в прибрежном районе (пункт 1), но здесь он наступил несколько позже.

Хотя на основании приведенных соображений мы не считаем возможным утверждать, что эти возмущения вызваны затмением Солнца, однако следует отметить, что 30 июня ход кривой давления во время затмения был достаточно ровный, с заметным горбом в самый момент затмения. В динамическом состоянии атмосферы никаких измерений обнаружено не было. Направление ветра отличалось особенной устойчивостью. Колебания скорости ветра не превышали колебаний в любое другое время. В качестве некоторой детали ветрового режима данного дня следует отметить, что бризовый эффект в вечерние часы не был замечен. Это скорее может быть отнесено за счет других причин, в частности мощные циклонические потоки (скорость ветра 8—9 м/сек) вполне могли погасить значительно более слабый бриз.

#### СРАВНЕНИЕ ТЕОРИИ С ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМИ ДАННЫМИ

Если в формуле (36)<sup>\*</sup>

$$\theta_1(t, z) \approx -\frac{q}{\tau_1} \cdot \frac{1}{R} \int_0^{\tau_1} \left\{ \operatorname{erfc} \frac{|z|}{2\sqrt{k(t-\tau)}} - e^{a|z|+a^2(t-\tau)} \times \right. \\ \left. \times \operatorname{erfc} \left[ \frac{|z|}{2\sqrt{k(t-\tau)}} + a\sqrt{t-\tau} \right] \right\} d\tau,$$

где  $a = \frac{R}{\frac{\lambda_1}{V\bar{k}} + \frac{2\lambda_2}{c\xi_0}}$ , произведем замену:  $|z| = (\xi - \xi_0)\sqrt{\bar{k}}$ , то получим

$$\theta_2(t, z) \approx -\frac{q}{\tau_1 R} \sqrt{\frac{\xi_0}{\xi}} \int_0^{\tau_1} \left[ \operatorname{erfc} \frac{\xi - \xi_0}{2\sqrt{t-\tau}} - \right. \\ \left. - e^{a(\xi - \xi_0)} e^{a^2(t-\tau)} \operatorname{erfc} \left( \frac{\xi - \xi_0}{2\sqrt{t-\tau}} + a\sqrt{t-\tau} \right) \right] d\tau. \quad (47)$$

Введем обозначения

$$A = \operatorname{erfc} \frac{\xi - \xi_0}{2\sqrt{t-\tau}}, \quad B = \operatorname{erfc} \left( \frac{\xi - \xi_0}{2\sqrt{t-\tau}} + a\sqrt{t-\tau} \right), \\ D = e^{a(\xi - \xi_0)}.$$

Учитывая малость коэффициента  $a$  и соответственно аргументов под-интегральных функций, можно получить следующие выражения для  $A$ ,  $B$  и  $De^{a^2(t-\tau)}$

$$A = -\frac{2(\xi - \xi_0)}{\sqrt{\pi}} [(t - \tau_1)^{1/2} - t^{1/2}],$$

$$B = \frac{\xi - \xi_0}{\sqrt{\pi} \sqrt{t - \tau}} + \frac{2}{\sqrt{\pi}} a \sqrt{t - \tau},$$

$$De^{a^2(t-\tau)} = 1 + a(\xi - \xi_0) + a^2(t - \tau) + a^3(\xi - \xi_0)(t - \tau) + \frac{1}{2}a^2(\xi - \xi_0)^2.$$

Подставив выражения для  $A$ ,  $B$ ,  $D$  в уравнение (47), получим расчетную формулу для температуры

$$\theta_2 = -\frac{q}{\tau_1 R V \sqrt{\pi}} \sqrt{\frac{\xi_0}{\xi}} \{[(\xi - \xi_0)(2 + a^2) + 2a^3 + 2a + 2a^2(\xi - \xi_0)] \times \\ \times [t^{1/2} - (t - \tau_1)^{1/2}] + [1 - a(\xi - \xi_0)](\xi - \xi_0)[t^{-1/2} - (t - \tau_1)^{-1/2}]\}, \quad (48)$$

$$\text{где } (\xi - \xi_0) = \frac{|z|}{\sqrt{k}}, \quad \xi_0 = \frac{2}{c} \sqrt{k_0}.$$

По этой формуле определялось понижение температуры в момент полного затмения ( $\tau_1 \leq t \leq \tau_2$ ) для воздуха на высоте 2 м и для поверхности земли. При расчете принимались следующие значения постоянных:  $R = 3,8 \cdot 10^{-5}$  кал/см<sup>2</sup> сек град;  $\lambda_1 = 2,35 \cdot 10^{-3}$  кал/см сек град;  $\lambda_2 = 5,5 \cdot 10^{-5}$  кал/см·сек·град;  $k_0 = 0,18$  см<sup>2</sup>/сек;  $c = 8$  см/сек;  $q = 10^{-2}$  кал/см<sup>2</sup>·сек;  $\tau_1 = 4353,9$  сек.;  $\tau_2 = 4423,7$  сек.;  $\tau_1$  и  $\tau_2$  были взяты от начала частного солнечного затмения 30 июня.

В результате вычисления мы получили, что к моменту полного затмения температура воздуха должна понизиться на  $2^\circ,95$ , к концу полного затмения — на  $3^\circ,11$ , а температура поверхности земли соответственно на  $11$  и на  $11^\circ,34$ , т. е. за время полного затмения теоретическое падение температуры составило  $0^\circ,16$  для воздуха и  $0^\circ,34$  для поверхности земли (фиг. 4).

Результаты наблюдения 30 июня дают к моменту полной фазы затмения понижение температуры воздуха, равное  $3^\circ,5$  относительно среднего хода и  $2^\circ,5$  относительно линейно интерполированного хода от первого до четвертого контакта, в данный день. На поверхности земли понижение температуры составило  $10^\circ,1$  относительно интерполированного хода за данный день. От момента частного до момента полного затмения наблюдаемая температура почвы понизилась на  $11^\circ,6$ . За время полной фазы температура воздуха падает на  $0^\circ,3$ , для почвы она остается неизменной.

Для сравнения взяты данные пункта, удаленного от моря, так как в расчетах принимались коэффициенты, характеризующие континентальные условия.

Таким образом, сопоставление теоретических и экспериментальных данных показало, что солнечное затмение существенно отражается на ходе температуры поверхности почвы и прилегающего к ней слоя воздуха, толщиной в несколько метров.

Кроме того, было вычислено изменение давления. Для этого была использована формула (45)

$$p'_s = p_{0s} \frac{g}{BT_0^2} \frac{c\xi_0 g}{2\tau_1} \int_0^{\tau_1} \Phi_3(t-\tau) d\tau,$$

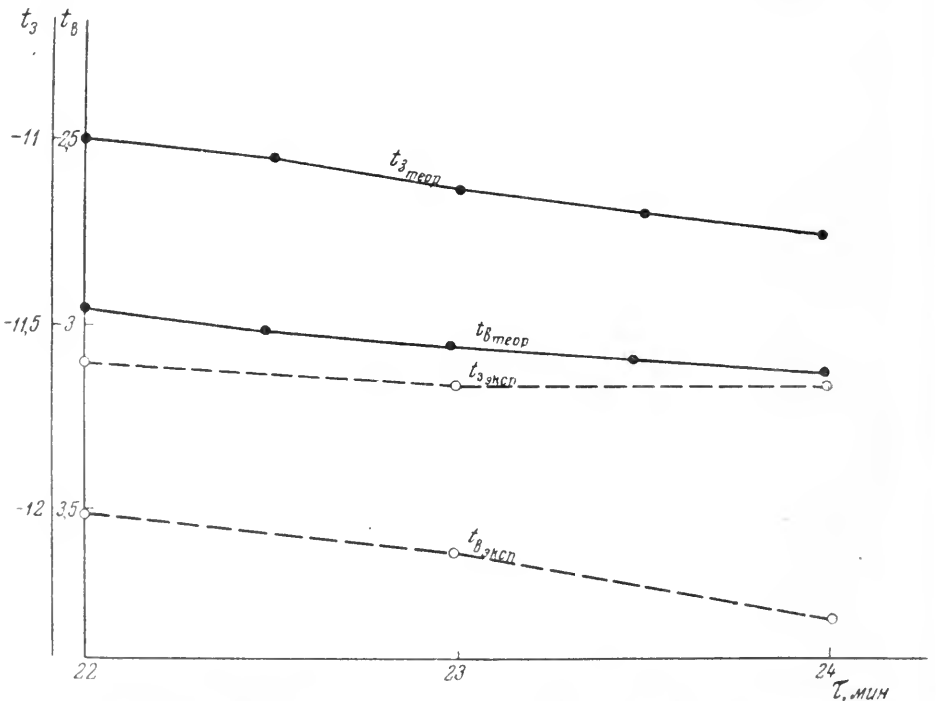
$$\text{где } \Phi_3(t\zeta) = \frac{1}{R} \left\{ 2 \sqrt{\frac{t}{\pi}} - \frac{1}{R} \left( \frac{\lambda_1}{V k} + \frac{2\lambda_2}{c\xi_0} \right) \left[ 1 - \exp\left( \frac{tR^2}{\left( \frac{\lambda_1}{V k} + \frac{2\lambda_2}{c\xi_0} \right)} \right) \times \right. \right. \\ \left. \left. \times \operatorname{erfc} \frac{RV\sqrt{t}}{\left( \frac{\lambda_1}{V k} + \frac{2\lambda_2}{c\xi_0} \right)} \right] \right\}.$$

Отсюда для  $p'_s$  получим:

$$p'_s = p_{0s} \frac{g}{BT_0^2} \frac{c\xi_0 g}{2\tau_1} \int_0^{\tau_1} \frac{1}{R} \left\{ 2 \sqrt{\frac{t-\tau}{\pi}} - \frac{1}{a} \left[ 1 - \exp a^2(t-\tau) \operatorname{erfc} a\sqrt{t-\tau} \right] \right\} d\tau,$$

или

$$p'_s = p_{0s} \frac{g}{BT_0^2} \frac{c\xi_0 g}{2\tau_1} \left\{ \frac{2}{RV\pi} \int_0^{\tau_1} \sqrt{t-\tau} d\tau - \frac{1}{a} \int_0^{\tau_1} d\tau + \int_0^{\tau_1} \exp a^2(t-\tau) \operatorname{erfc} a\sqrt{t-\tau} d\tau \right\}.$$



Фиг. 4. Изменение температуры во время полной фазы затмения:  
— теоретические данные; --- экспериментальные данные.

Пользуясь приближенными разложениями для подынтегрального выражения, находим

$$p'_s = p_{0s} \frac{g}{BT_0^2} \frac{c\xi_0 g}{2R\tau_1} \left[ \frac{4}{3RV\pi} (\sqrt{t^3} - \sqrt{(t-\tau_1)^3}) - \frac{\tau_1}{aR} + \right. \\ \left. + \frac{4}{a(4a^2+1)V\pi} (\sqrt{t} - \sqrt{t-\tau_1}) \right]. \quad (49)$$

По формуле (49) были проведены расчеты для периода полного затмения, причем были использованы те же значения постоянных, что и при вычислении изменения температуры. Результаты показали, что давление во время полного затмения увеличивается. Изменение давления за период полного затмения равно 0,05 мб, к моменту полного затмения давление изменяется на 2,25 мб. 30 июня 1954 г. на общем фоне понижения давления на кривой было отмечено одиночное возвышение около 0,2 мб.

Ход теоретической и экспериментальной кривых в момент полного затмения получился подобным. Экспериментально найденный порядок величины изменения давления оказался больше теоретического.

Таким образом, отклонение давления, вызываемое солнечным затмением, оказывается меньше неправильных колебаний в суточном ходе давления. Поэтому выявить его с достаточной надежностью не представилось возможным.

ТАБЛИЦЫ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

Пункт 1

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		Т-ра воды	Облачность	Солнечная радиация			
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление			прямая	рассеянная		
25 июня	7.00	24,9	26	16,0	51	1010,72	1,9	ССВ	24,1	Cu, As, Ac	10/2	0	0,270	
	13.00	24,7	34	27,0	87	1012,72	4,4	ВЮВ	24,5	St, Cu, Cs	10/2	0	0,384	
	15.03	25,1	30	19,3	61	1013,32	4,4	ЮВ	24,8	Sc	10	0	0,303	
	15.13	25,3	30	20,1	62	1013,12	4,4	ВЮВ	24,8	Sc, Ac	10	0	0,324	
	15.23	25,3	30	20,0	65	1013,12	4,4	ВЮВ	24,8	Ac, Sc	9/9	0	0,294	
	15.33	25,4	30	20,5	63	1013,22	4,4	ВЮВ	24,8	Ac, Op	9/3	0	0,292	
	15.43	25,6	30	20,8	63	1013,02	4,9	ВЮВ	24,8	Ac, Sc	10/2	0	0,305	
	15.53	25,4	31	20,5	63	1013,12	4,8	ВЮВ	24,8	Ac, Sc	10/2	0	0,418	
	16.03	—	32	—	—	1013,02	4,0	ВЮВ	24,8	Ac, Sc	10/3	0	0,444	
	16.13	25,6	34	21,2	65	1013,02	4,3	ВЮВ	24,8	Ac, Sc	10/4	0	0,386	
	16.23	25,5	34	20,8	64									
	16.24	25,5	33	19,5	60									
	16.25	25,5	31	19,9	61									
	16.26	25,5	33	19,9	61									
	16.27	25,7	33	20,7	63									
	16.28	25,7	33	20,7	63									
	16.38	25,3	32	21,0	65	1012,62	3,2	ВЮВ	24,8	Ac, Sc	10/1	0	0,289	
	16.48	25,2	31	20,6	64	1012,72	4,2	ВЮВ	24,8	Ac	9/0	0	0,262	
	16.58	25,1	30	21,2	66	1012,62	4,2	ВЮВ	24,8	Ac	9/0	0	0,246	
	17.08	25,1	30	21,4	67	1012,62	4,4	ВЮВ	24,8	Ac, As	9/0	0	0,269	
	17.18	25,0	31	20,8	66	1012,62	3,0	ЮВ	24,8	Ac	9/0	0	0,321	
17.28	25,2	32	22,0	63	1012,62	2,8	ВЮВ	24,8	Ac, As	9/0	0	0,405		
17.38	25,3	34	19,2	59	1012,52	3,4	ЮВ	24,8	Ac, As	9/0	0	0,427		
18.00	25,5	32	16,2	50	1012,52	1,9	ВЮВ	24,8	Sc, Ac	9/1	0	0,348		
19.00	25,4	28	15,0	46	1011,82	0,9	ВЮВ	24,7	Ac, As	9/0	0	0,161		
21.00	24,8	24	11,8	38	1013,12	2,3	ССВ	24,2	Ac		0			

## Пункт 2

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		$\Delta P_{1,2}$	$\Delta t_{1,2}$
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление		
25 июня	7.00	24,4	—	15,4	50	1009,2	2,5	ВСВ	1,52	0,5
	13.00	25,8	29	—	—	1011,7	5,7	ЮВ	1,02	-1,1
	15.03	25,8	31	19,4	58	1012,2	2,6	ЮВ	1,12	-0,7
	15.13	26,0	30	18,0	53	1012,2	2,6	ВЮВ	0,92	-0,7
	15.23	26,2	30	15,4	45	1012,2	3,5	ВЮВ	0,92	-0,9
	15.33	26,4	30	15,0	44	1012,2	3,1	ЮВ	1,02	-1,0
	15.43	26,6	30	14,6	42	1012,2	2,6	ВЮВ	0,82	-1,0
	15.53	26,7	30	15,2	43	1012,2	3,0	ЮВ	0,92	-1,3
	16.03	26,5	31	16,9	49	1012,2	3,6	ВЮВ	0,82	—
	16.13	27,1	31	16,9	47	1012,2	2,4	ВЮВ	0,82	-1,5
	16.23	26,6	31	16,4	47		3,0	ВЮВ		-1,1
	16.24	26,6	31	16,6	48		3,2	ЮВ		-1,1
	16.25	26,6	31	16,8	48		3,2	ЮВ		-1,1
	16.26	26,6	32	17,3	50		2,9	ЮВ		-1,1
	16.27	26,6	31	17,3	50		3,0	ВЮВ		-0,1
	16.28	26,8	31	17,5	50		2,9	ЮВ		-1,9
	16.38	26,0	30	16,4	49	1010,8	2,4	ЮВ	1,82	-0,1
	16.48	26,2	30	15,5	45	1011,3	2,0	ВЮВ	1,42	-1,7
	16.58	25,0	30	17,2	54	1010,8	2,7	ВЮВ	1,82	0,0
	17.08	25,6	30	17,8	54	1011,4	3,2	ВЮВ	1,22	-0,5
	17.18	25,4	29	18,4	57	1011,4	2,2	ЮВ	1,22	-0,4
17.28	25,8	31	18,8	56	1011,4	1,5	ВЮВ	1,22	-0,6	
17.38	25,3	30	18,1	54	1011,4	2,4	ЮЮВ	1,12	-0,5	
18.00	26,2	30	12,1	35	1011,6	1,9	ЮВ	0,92	-0,7	
19.00	26,2	28	11,7	34	1011,4	0,6	ВСВ	0,42	-0,8	
21.00	24,6	25	11,7	38	1011,6	0,8	С	1,52	0,2	

## Пункт 1

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		Т-ра воды	Облачность	Солнечная радиация			
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление			прямая	рассеянная		
26 июня	7.00	23,5	26	14,8	51	1010,62	4,3	ССВ	23,0	Ac, Cs, Ce, Ci	9/0	0	0,168	
	13.00	24,8	38	22,3	57	1012,32	0,9	В	25,0	Ac, Ci	8/0	0,329	0,453	
	15.03	25,5	30	19,0	58	1010,72	9,3	В	25,3	Ac, Op	10/0	0	0,470	
	15.13	26,6	30	19,6	57	1010,72	9,3	В	25,3	Ac, Op	10/0	0	0,514	
	15.23	26,5	34	18,4	53	1011,12	8,1	В	25,3	Ac	10	0	0,700	
	15.33	26,7	35	18,7	53	1011,72	6,3	В	25,3	Ac, Si	10/0	0	0	
	15.43	27,1	37	18,4	51	1010,52	6,3	В	25,3	Ac	9	0	0,491	
	15.53	26,7	37	19,0	54	1010,52	6,6	В	25,3	Ac	9/0	0	0,0	
	16.03	26,8	36	19,4	55	1010,52	7,1	В	25,3	Ci, Ac, As	10	0,177	0,488	
	16.13	26,5	35	23,6	68	1010,22	8,0	ВЮВ	25,3	Ac, As	10	0,046	0,459	
	16.23	26,5	37	18,7	54			ВЮВ						
	16.24	26,5	33	18,9	55			ВЮВ						
	16.25	26,5	33	20,5	59			ВЮВ						
	16.26	26,7	32	19,0	54			ВЮВ						
	16.27	26,7	32	19,0	54			ВЮВ						
	16.28	26,7	32	18,7	53			ВЮВ						
	16.38	26,4	32	19,9	58	1009,72	6,2	ВЮВ	25,3	Ac, As	10/0	0,013	0,468	

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		Т-ра воды	Облачность	Солнечная радиация		
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление			прямая	рассеяная	
26 июня	16.48	26,5	31	20,0	58	1009,82	6,7	ВЮВ	25,3	Ac, As	10/0	0,026	0,404
	16.58	26,5	31	19,6	57	1009,72	6,4	ВЮВ	25,3	Ac, As	10/0	0,024	0,380
	17.08	26,5	30	20,0	58	1009,82	6,0	В	25,3	Ac, As	10/0	0,030	0,369
	17.18	26,3	30	21,6	63	1009,82	5,5	ВЮВ	25,3	Ac, As	10/0	0,068	0,358
	17.28	26,2	30	21,9	64	1009,72	5,3	ВЮВ	25,3	As, Ac	10/0	0,108	0,358
	17.38	26,4	31	21,5	62	1009,72	5,4	ВЮВ	25,3	As, Ac	10/0	0,115	0,354
	18.00	25,7	31	23,8	72	1009,52	6,0	ЮВ	25,3	Ci, Cs	10/0	0,135	0,332
	19.00	24,5	26	26,9	87	1009,72	7,5	Ю	25,1	Si, As, Sc	9/1	0,003	0,126
	21.00	23,1	23	21,8	77	1009,62	1,1	ЗСЗ	25,1	Ac, Ci, Cs	6/0	0	0

Пункт 2

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		ΔP <sub>1,2</sub>	ΔM <sub>1,2</sub>
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление		
26 июня	7.00	24,6	25	13,6	44	1003,54	2,7	ССВ	7,08	-1,1
	13.00		40			1016,54	5,1	ЮЮВ	-4,22	
	15.03	27,8	32	12,4	33	1010,44	7,1	ВЮВ	0,28	-2,3
	15.13	27,8	32	12,2	33	1010,34	8,0	В	0,38	-1,3
	15.23	28,2	32	11,7	31	1010,34	8,6	В	0,78	-1,7
	15.33	28,4	35	12,2	31	1007,14	8,6	В	4,48	-1,7
	15.43	29,2	35	11,3	28	1007,14	7,4	В	3,38	-2,1
	15.53	29,4	36	11,4	28	1011,67	7,1	В	-1,12	-2,7
	16.03	30,1	38	10,8	25	1010,14	7,8	В	0,38	-3,3
	16.13	29,8	35	11,9	28	1010,14	7,5	ВЮВ	0,08	-3,3
	16.23	29,6	35	12,1	29		8,3	ВЮВ		-3,1
	16.24	29,6	35	12,5	30		7,8	ВЮВ		-3,1
	16.25	29,4	35	13,7	33		6,5	ВЮВ		-2,9
	16.26	29,4	35	12,2	30		6,9	ВЮВ		-2,7
	16.27	29,8	35	11,9	28		6,9	ВЮВ		-3,1
	16.28	29,8	36	14,7	35		6,4	ВЮВ		-3,1
	16.38	29,4	33	12,6	31	1013,8	5,6	ВЮВ	-0,32	-3,0
	16.48	29,2	34	13,4	33	1013,7	6,9	ВЮВ	-0,12	-2,7
	16.58	29,0	34	15,6	39	1013,5	7,1	ВЮВ	-0,02	-2,5
	17.08	28,6	33	12,4	32	1013,5	7,4	В	0,08	-2,1
17.18	28,6	34	13,1	33	1013,4	7,5	ВЮВ	0,18	-2,3	
17.28	29,0	34	13,6	34	1013,4	5,5	ВЮВ	0,08	-2,8	
17.38	28,8	34	13,6	34	1013,4	5,7	В	0,08	-2,4	
18.00	28,7	37	15,4	39	1013,4	7,3	ВЮВ	-0,12	-3,0	
19.00	25,6	25	21,5	65	1013,5	2,2	ЮЮВ	-0,02	-1,1	
21.00	23,4	22	20,7	72	1012,6	0,8	З	0,78	-0,1	

## Пункт 1

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		Т-ра воды	Облачность	Солнечная радиация			
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направ- ление			прямая	рассеян- ная		
27 июня	7.00	23,2	26	19,7	69	1008,62	0		23,7	Ac, Ci, Cu	9/0	0,823	0,218	
	13.00	24,3	32	22,3	73	1009,82	3,5	ЮЮЗ	21,9	Cu, Ac	6/4	0	0,448	
	15.03	24,9	33	24,4	77	1010,72	2,6	ЮЗ	26,1	Ci, Ac, Cu	7/3	0,663	0,338	
	15.13	24,8	37	24,0	77	1010,52	2,9	ЮЗ	26,1	Ci, Cc, Cu	6/3	0,628	0,294	
	15.23	25,1	30	25,0	78	1010,52	2,9	ЮЗ	26,1	Ci, Cu, Cc	7/2	0,599	0,301	
	15.38	25,4	29	24,5	75	1010,32	3,2	ЮЗ	26,1	Ci, Cc, Cu	6/1	0,553	0,288	
	15.48	25,0	29	22,4	71	1009,92	3,1	ЮЗ	26,1	Ac, Ci, Sc	6/1	0,568	0,288	
	15.58	25,5	30	23,9	73	1009,92	2,3	ЮЗ	25,8	Sc, Ac, Ci	6/1	0,542	0,283	
	16.03	25,7	39	23,8	72	1010,12	2,6	ЮЗ	25,8	Ci, Ac, Sc, Cu	6/1	0,502	0,283	
	16.13	25,5	31	23,0	70	1009,92	2,4	ЗЮЗ	25,8	Ci, Cs, Sc, Cu	7/1	0,470	0,283	
	16.23	25,5	32	23,9	73									
	16.24	25,7	32	23,8	72									
	16.25	25,6	31	23,8	73									
	16.26	25,6	30	23,8	73									
	16.27	25,8	31	23,7	71									
	16.28	25,7	32	23,5	71			2,6	ЮЗ		Ci, Cs, Ac, Sc	6/1		
	16.38	26,1	30	25,4	75	1009,92	2,9	ЮЗ	25,8	Ci, Cs, Sc	5/0	0,432	0,254	
	16.48	26,1	28	22,2	66	1009,92	3,0	ЗЮЗ	25,8	Cs, Ci, Sc, Cu	5/0	0,395	0,254	
	16.58	26,3	30	23,3	68	1009,42	3,2	ЗЮЗ	25,8	Ci, Cs, Sc, Cu	6/0	0,375	0,248	
	17.08	26,1	39	22,7	67	1009,72	3,1	ЗЮЗ	25,8	Ci, Cs, Sc, Cu		0,336	0,254	
	17.18	26,1	39	23,2	69	1008,92	3,2	ЗЮЗ	25,8	Ci, Cs, Ac, Cu	6/0	0,326	0,240	
17.28	25,9	38	22,4	67	1008,92	2,5	ЗЮЗ	25,8	Ci, Ac, Cu	7/0	0,278	0,248		
17.38	25,9	37	23,1	69	1008,92	2,6	ЮЗ	25,8	Ci, Ac, Cu	7/0	0,275	0,231		
18.00	25,7	36	21,4	65	1009,02	2,0	ЮЗ	26,0	Ci, Ac	7/0	0,198	0,231		
19.00	25,9	29	21,2	63	1009,32	1,3	ЮЮЗ	27,2	Ac, Cc	5/0	0,108	0,261		
21.00	24,5	24	20,7	67	1009,12	0		27,2	Cu, St, Cc					

## Пункт 2

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		$\Delta P_{1,2}$	$\Delta t_{1,2}$
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направ- ление		
27 июня	7.00	23,6	22	19,6	67	1008,54			0,08	-0,4
	13.00	25,4	32	23,3	72	1010,04	3,8	ЮЮЗ	-0,22	-1,1
	15.03	27,0	41	21,3	60	1010,44	3,3	Ю	0,28	-2,1
	15.13	27,4	42	22,3	63	1010,24	5,8	ЮЗЮ	0,28	-2,6
	15.23	27,2	41	20,9	58	1010,44	4,9	ЮЮЗ	0,08	-2,1
	15.33	27,6	41	21,3	58	1010,34	4,7	ЮЮЗ	-0,02	-2,2
	15.43	27,4	41	21,0	57	1010,84	4,3	ЮЮЗ	-0,92	-2,4
	15.53	28,0	38	20,5	54	1009,74	4,3	ЮЮЗ	0,18	-2,5
	16.03	28,4	41	18,1	47	1009,74	4,0	ЮЗ	0,38	-2,7
	16.13	28,0	41	20,3	54	1009,94	3,8	ЮЗЮ	-0,02	-2,5



Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		$\Delta P_{1,2}$	$\Delta t_{1,2}$
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление		
27 июня	16.23	27,2	42	19,5	54		2,8	ЮЗ		-1,7
	16.24	28,5	41	18,5	47		3,2	ЮЗ		-2,8
	16.25	28,2	42	20,8	54		3,7	ЮЗ		-1,6
	16.26	27,8	42	17,2	46		2,8	ЗЮЗ		-2,2
	16.27	27,8	41	20,6	55		3,9	ЮЗ		-2,0
	16.28	27,6	41	19,2	52		2,6	ЮЗ		-1,9
	16.38	28,0	40	27,2	72	1009,94	3,2	Ю	-0,02	-1,9
	16.48	27,8	41	20,4	55	1009,94	3,3	ЮЗ	-0,02	-1,7
	16.58	27,0	40	20,8	52	1009,84	4,5	ЮЗ	-0,42	-0,7
	17.08	28,1	40	19,7	52	1009,94	3,8	ЮЗ	-0,22	-2,0
	17.18	28,0	40	18,4	43	1009,74	3,6	ЮЗ	-0,82	-1,9
	17.28	28,0	40	17,5	46	1009,74	3,8	ЗЮЗ	-0,82	-2,1
	17.38	28,0	40	18,4	49	1009,74	4,5	ЮЗ	-0,82	-2,1
	18.00	27,8	40	18,6	50	1009,34	2,7	ЮЮЗ	-0,32	-2,1
	19.00	27,8	36	16,1	43	1009,54	2,2	ЮЗ	-0,22	-1,9
21.00	25,0	27	19,2	61	1008,84	1,2	ЗЮЗ	0,28	-0,5	

Пункт 1

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		Т-ра воды	Облачность	Солнечная радиация			
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление			прямая	рассеяная		
28 июня	7.00	24,1	28	14,8	49	1008,62	2,7	СВ	24,6	Ci, Cu	3/0	0,168	0,243	
	13.00	25,5	50	28,9	89	1010,52	3,3	Ю	27,4	Ci, Cu	5/0	0,788	0,301	
	15.03	25,7	50	24,7	75	1010,22	2,0	ЮЮЗ	27,8	Ci, Ac, Cb	2/0	0,678	0,248	
	15.13	25,5	47	25,4	78	1010,42	2,9	Ю	27,8	Ac, Cb	2/0	0,628	0,261	
	15.23	25,5	46	25,1	77	1010,52	2,7	Ю		Ac, Cucong	2/1	0,600	0,261	
	15.33	25,9	42	26,1	78	1010,32	2,6	Ю		Ac, Cucong	2/1	0,563	0,266	
	15.43	25,5	50	25,1	77	1010,52	2,9	ЮЮВ		Ac, Cucong	2/1	0,516	0,278	
	15.53	25,9	50	26,1	78	1010,52	2,6	ЮЮВ		Ac, Cucong	2/1	0,433	0,295	
	16.03	25,5	50	26,1	80	1010,32	2,1	Ю		Ac, Cucong	2/1	0,422	0,324	
	16.13	25,7	50	26,5	80	1010,32	1,8	Ю	28,8	Ac, Ciinc	3/1	0,423	0,290	
	16.23	25,5	48	25,9	79									
	16.24	25,7	49	26,0	79									
	16.25	25,9	48	26,3	79									
	16.26	25,4	48	26,2	81									
	16.27	25,9	49	26,8	80									
	16.28	26,1	50	29,0	86									
	16.38	25,9	51	26,1	78	1010,12	1,5	Ю	28,8	Ac, Cc, Cu	2/0	0,398	0,272	
16.48	25,7	51	26,0	79	1010,12	2,5	Ю	28,8	Ci, Cc, Ac, Cu	3/0	0,353	0,295		
16.58	25,7	51	27,7	84	1010,12	2,2	Ю	28,8	Ci, Cc, Ac, Cu	4/0	0,333	0,352		

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		Т-ра воды	Облачность	Солнечная радиация	
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек.	направление			прямая	рассеянная
28 июня	17.08	26,3	51	26,2	77	1010,22	1,5	ЮЗ	28,8	Ci, Ac, Cu cong 7/0	0,078	0,444
	17.18	25,8	43	26,4	79	1010,32	1,7	ЮЮЗ	28,8	Ci, Ac, Cu 8/0	0,040	0,397
	17.28	25,7	46	26,0	79	1010,32	2,7	ЮЗ	28,8	Ci, Ac, Cu cong 8/0	0,266	0,369
	17.38	26,1	45	24,9	74	1010,32	1,2	ЗЮЗ	28,8	Ci, Ac, Cu 7/0	0,255	0,348
	18.00	26,3	41	23,8	69	1010,42	2,3	ЮЗ	28,8	Ci, Ac 8/0	0,198	0,237
	19.00	26,5	36	23,1	67	1009,92	2,0	ЗЮЗ	28,8	Ac, Cc, Cu 7/0	0,019	0,214
	21.00	25,2	23	26,4	82	1009,82	1,2	ЗСЗ	28,2	Ac, Ci 6/0	0,0	0

## Пункт 2

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		$\Delta p_{1,2}$	$\Delta t_{1,2}$
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек.	направление		
28 июня	7.00	24,0	19	14,6	49	1008,84	3,2	СВ	-0,22	0,1
	13.00	27,2	41	19,0	53	1010,24	3,3	Ю	0,28	-1,7
	15.03		44	22,8	63	1010,04	6,2	ЗЮЗ	0,18	
	15.13	27,4	43	24,4	67	1010,14	2,8	Ю	0,58	-1,9
	15.23	27,8	42	22,6	60	1009,94	4,0	ЮЮЗ	0,58	-2,3
	15.33	27,8	43	22,6	60	1010,04	3,5	ЮЮЗ	0,28	-1,9
	15.43	27,4	42	23,4	64	1010,04	4,3	Ю	0,48	-1,9
	15.53	27,6	42	24,5	66	1009,74	3,8	Ю	0,78	-1,7
	16.03	27,2	43	23,8	66	1010,14	3,7	ЮЮВ	0,18	-1,7
	16.13	27,8	41	24,3	65	1009,94	3,4	ЮЗ	0,38	-2,1
	16.23	28,6	42	23,4	60		2,6	Ю		-3,1
	16.24	28,7	42	23,6	60		4,0	ЮЮЗ		-3,0
	16.25	28,0	43	24,4	64		3,9	Ю		-2,1
	16.26	27,3	41	24,4	67		3,6	Ю		-1,9
	16.27	27,8	41	22,6	60		3,9	Ю		-1,9
	16.28	27,6	43	21,8	59		2,8	ЮЮЗ		-1,5
	16.38	27,7	40	23,4	63	1009,54	5,0	Ю	0,58	-1,8
	16.48	28,8	41	22,3	56	1009,74	3,6	ЮЮЗ	0,38	-3,1
	16.58	27,8	40	24,6	66	1009,64	3,5	Ю	0,48	-2,1
	17.08	27,4	40	22,9	63	1009,74	3,4	ЮЮЗ	0,48	-1,1
17.18	27,3	36	22,0	61	1009,84	2,6	ЮЮЗ	0,48	-1,5	
17.28	26,9	35	23,0	65	1009,74	2,4	ЮЗЮ	0,58	-1,2	
17.38	27,6	39	22,2	60	1009,74	3,2	ЮЮЗ	0,58	-1,5	
18.00	27,6	36	23,2	63	1009,74	3,2	ЮЗ	-0,48	-1,3	
19.00	27,1	33	22,2	62	1009,74	2,4	ЗЮЗ	0,18	-0,6	
21.00	25,2	17	22,0	69	1009,64	2,9	ЗСЗ	0,18	0	

Пункт 1

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		Т-ра воды	Облачность	Солнечная радиация			
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление			прямая	рассеянная		
	7.00	23,1	22	15,2	54	1009,32	3,6	ССВ	24,5	Сi, Сс	6/0	0,019	0,235	
	13.00	27,2	42	26,0	72	1012,32	4,9	ВЮВ	27,4	Ас	9/0	0,690	0,430	
	15.03	27,2	44	28,6	79	1011,52	3,0	ВЮВ	28,1	Ас, Оп	9/0		0,452	
	15.13	26,6	41	28,6	82	1011,52	3,1	ЮВ	28,1	Ас, Оп	9/0			
	15.23	26,8	43	29,2	83	1011,52	3,4	ЮВ	28,1	Ас	9/0	0,109	0,509	
	15.33	26,8	43	29,7	84	1011,52	3,0	ЮВ	28,1	Ас	9/0	0,001	0,482	
	15.43	26,9	45	28,6	81	1011,52	2,7	ЮЮВ	28,1	Ас, Сi	8/0	0,212	0,479	
	15.53	26,7	47	28,8	82	1011,12	2,3	ЮВ	28,1	Сi, Ас	8,0	0,280	0,453	
	16.03	26,5	41	28,4	82	1011,12	2,3	ЮВ	28,2	Сi, Ас	7/0	0,025	0,335	
	16.13	26,4	49	28,5	83	1011,02	2,0	ЮЮВ	28,2	Сi, Ас		0,444	0,307	
	16.23	26,4	49	29,5	86									
	16.24	26,9	50	30,2	85									
	16.25	26,9	50	29,7	84									
	16.26	27,1	49	29,5	82									
	16.27	27,1	50	29,5	82									
	16.28	27,3	50	29,9	82									
	16.38	27,0	46	28,0	78	1010,92	3,0	Ю	28,2	Сi, Ас, Сс	4/0	0,393	0,262	
	16.48	26,9	47	26,3	74	1010,62	3,1	ЮЮЗ	28,2	Сi, Ас, Сu cong	3/0	0,375	0,254	
	16.58	27,0	46	26,7	75	1010,72	1,3	ЮЮЗ	28,2	Сi, Ас, Сu	3/0	0,352	0,240	
	17.08	26,9	45	26,0	73	1010,52	3,3	ЮЮЗ	28,2	Сi, Ас, Сu cong	2/0	0,331	0,265	
	17.18	26,6	44	28,3	81	1010,52	1,8	ЮЮЗ	28,2	Сi, Ас	2,0	0,266	0,265	
	17.28	26,8	42	26,6	75	1010,52	3,7	ЮЮЗ	28,2	Сi, Ас	2,0	0,268	0,265	
	17.38	26,5	41	27,1	78	1010,62	4,1	ЮЮЗ	28,4	Сi, Сс	3/0	0,237	0,265	
	18.00	26,3	38	26,2	77	1010,52	3,9	ЮЮЗ	28,4	Ас, Сс, Сi	4,0	0,195	0,254	
	19.00	26,1	31	25,9	77	1010,52	2,3	ЮЮЗ	28,4	Сi, Сс	4/0	0,183	0,187	
	21.00	25,9	16	27,8	83	1010,72	5,3	ЗЮЗ	27,4	Ас, Оп	8,0			

Пункт 2

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		$\Delta P_{1,2}$	$\Delta t_{1,2}$
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление		
	7.00	23,0	25	14,2	51	1008,64	4,7	СВ	0,68	0,1
	13.00	30,3	48	20,3	47	1010,94	5,7	ВЮВ	1,38	-3,1
	15.03	29,2	41	33,1	82	1011,24	4,3	ВЮВ	0,28	-2,0
	15.13	28,2	37	23,2	61	1011,04	4,0	ВЮВ	0,48	-1,6
	15.23	28,0	36	26,2	69	1011,04	4,7	ЮЮЗ	0,48	-1,2
	15.33	27,7	35	26,4	71	1011,04	3,6	ЮЮВ	0,48	-0,9
	15.43	28,6	39	27,8	71	1010,24	3,7	ЮЮВ	0,28	-1,7
	15.53	28,0	40	26,2	69	1010,84	3,6	ЮВ	0,28	-1,3
	16.03	28,2	40	24,7	65	1010,74	2,9	ЮВ	0,38	-1,7
	16.13	28,2	41	24,7	65	1010,74	2,8	ЮЮВ	0,28	-1,8

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		$\Delta P_{1,2}$	$\Delta t_{1,2}$
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление		
29 июня	16.23	29,2	43	27,3	67		4,5	ЮЮВ		-2,8
	16.24	28,2	43	27,0	71		3,3	Ю		-1,3
	16.25	28,0	43	29,3	77		3,9	ЮЮВ		-1,1
	16.26	27,8	43	27,9	75		2,8	ЮЮВ		-0,7
	16.27	27,8	43	28,4	76		3,4	Ю		-0,7
	16.28	27,6	43	28,3	77		3,1	Ю		-0,3
	16.38	27,8	44	27,4	73	1010,14	3,6	ЮЮВ	0,78	-0,8
	16.48	28,0	44	24,9	66	1010,14	3,3	ЮЗЮ	0,48	-1,1
	16.58	28,2	43	24,2	63	1010,34	3,6	ЮЗЮ	0,38	-1,2
	17.08	27,8	42	24,3	65	1010,34	3,0	ЮЗЮ	0,18	-0,9
	17.18	28,2	44	21,3	56	1010,34	5,0	ЮЮЗ	0,18	-1,6
	17.28	28,0	40	25,6	68	1010,34	4,0	ЮЗЮ	0,18	-1,2
	17.38	27,8	39	24,8	66	1010,34	5,0	ЮЮЗ	0,28	-1,3
	18.00	27,7	36	24,6	66	1010,34	3,9	ЮЮЗ	0,18	-1,4
	19.00	27,3	34	22,5	62	1010,54	2,6	ЮЮЗ	-0,02	-1,2
	21.00	25,6	27	26,3	80	1010,14	5,0	ЗЮЗ	0,58	0,3

## Пункт 1

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		Т-ра воды	Облачность	Солнечная радиация			
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление			прямая	рассеянная		
30 июня	7.00	26,3	29	19,3	56	1010,92	6,3	ССЗ	25,6	Ci	6/0	0,158	0,124	
	13.00	26,5	51	28,9	83	1010,92	9,7	ЮЮЗ	28,2	Ac, Ci	5/0	0,748	0,213	
	15.03	26,9	47	28,9	81	1010,52	11,6	ЮЗ	29,0	Ci, Cc, Cu cong	3/1	0,644	0,116	
	15.13	26,9	45	28,6	81	1010,62	12,0	ЮЮЗ	29,0	Cu, Cc	4/0	0,584	0,178	
	15.23	26,8	47	29,7	84	1010,32	11,2	ЮЗ	29,0	Ci, Ac tr inc	5/1	0,539	0,153	
	15.33	26,9	46	29,9	84	1010,32	11,0	ЮЗ	29,0	Ci, Cc, Cu	4/0	0,530	0,141	
	15.43	26,9	51	26,8	76	1010,32	12,6	ЮЗ	29,0	Ci, Cc, Cb	5/1	0,455	0,126	
	15.53	26,7	39	27,7	79	1010,32	12,7	ЮЗ	28,8	Ci, Cc, Cu, Cb	5/2	0,238	0,085	
	16.03	26,7	33	27,2	78	1010,22	12,0	ЮЗ	28,8	Ci, Cc, Cb	5/2	0,132	0,060	
	16.13	26,5	32	27,1	78	1010,12	12,0	ЮЗ	28,8	Ci, Cs, Cu cong	6/1	0,059	0,019	
	16.23	26,3	30	27,5	80	1010,2*								
	16.24	26,3	33	27,8	81	1009,9*								
	16.25	26,3	36	24,7	72	1009,7*								
	16.26	26,4	30	26,7	77	1009,7*								
	16.27	26,4	30	27,2	79	1010,1*								0,017
	16.28	26,5	30	27,4	79	1009,8*			28,2			0,031	0,046	
16.38	26,6	30	27,3	78	1009,72	12,0	ЮЗ	28,0	Ci, Cc, Cs, Sc	5/1	0,031	0,098		
16.48	26,5	27	27,9	80	1009,72	8,2	ЮЗ	28,0	Ci, Cc, Cs, Sc	6/1	0,031	0,098		
16.58	26,7	30	27,5	78	1009,42	12,0	ЮЗ		Ac, lent, Cs, As, Sc	6/1	0,026	0,126		

\* Данные получены путем интерполяции.

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		Т-ра воды	Облачность	Солнечная радиация	
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление			прямая	рассеянная
30 июня	17.08	26,5	32	27,9	80	1009,42	8,8	ЮЗ	28,0	Ac, Cs, Sc 7/1	0,030	0,156
	17.18	26,5	31	27,1	78	1009,42	10,2	ЮЗ	28,0	Ac, Cs, Sc 7/1	0,031	0,178
	17.28	26,7	31	26,4	75	1009,82	9,3	ЮЗ	28,0	Ci, Sc, Cc, Cs 7/1	0,034	0,167
	17.38	26,9	32	26,3	74	1009,72	8,4	ЗЮЗ	27,6	Ci, Cs, Ac, Cu 8/0	0,025	0,161
	18.00	26,9	31	26,3	74	1009,82	9,6	ЮЗ	27,6	Cs, Cc, Cu 8/1	0,030	0,118
	19.00	26,6	28	26,2	75	1010,12	9,1	ЮЗ	27,2	Cu, Ci, Cs 7/0	—	0
	21.00	25,9	26	31,0	93	1010,62	7,2	ЮЮЗ	26,6	Ac, Sc 7/0	—	0

Пункт 2

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		$\Delta p_{1,2}$	$\Delta t_{1,2}$
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление		
30 июня	7.00	25,6	27	18,3	56	1009,84	5,5	ССЗ	0,18	0,7
	13.00	31,0	36	25,6	57	1010,44	15,4	ЮЗЮ	0,28	-4,5
	15.03	30,2	38	25,9	61	1011,24	2,9	ЮЗ	-0,92	-3,3
	15.13	30,3	42	25,4	59	1010,74	9,1	ЮЗ	-0,32	-3,4
	15.23	30,3	43	23,8	56	1010,44	8,0	ЮЮЗ	-0,32	-3,2
	15.33	29,6	43	25,4	61	1010,44	8,6	ЮЗ	-0,32	-2,7
	15.43	29,2	40	24,4	60	1010,44	6,9	ЮЮЗ	-0,32	-2,3
	15.53	28,8	40	24,2	61	1010,54	8,5	ЮЗ	-0,42	-2,1
	16.03	28,2	37	25,0	65	1010,34	9,6	ЮЗ	-0,32	-1,5
	16.13	27,2	34	24,3	67	1010,24	6,8	ЮЮЗ	-0,32	-0,7
	16.23	26,6	30	25,2	72	1010,03	7,1	ЮЗ		-0,3
	16.24	26,4	30	23,4	68	1010,05	8,2	ЮЗ		-0,1
	16.25	26,4	30	23,7	89	1010,18	8,6	ЮЗ		-0,1
	16.26	26,4	31	24,4	71	1009,92	7,2	ЮЗ		0,0
	16.27	26,4	31	23,9	69	1009,90	8,0	ЮЗ		0,0
	16.28	26,4	30	23,9	69	1009,92	9,0	ЗЮЗ		0,1
	16.38	26,6	31	23,8	68	1009,24	9,4	ЮЗ	0,28	0,0
	16.48	26,6	31	29,4	84	1009,44	6,0	ЮЗ	0,08	-0,1
	16.58	27,0	32	24,7	69	1009,34	5,5	ЮЗ	-0,12	-0,3
	17.08	27,0	32	27,7	78	1009,24	7,2	ЮЗ	-0,02	-1,5
17.18	27,1	32	23,9	66	1009,34	7,4	ЮЗ	-0,12	-0,6	
17.28	27,4	32	23,4	64	1009,44	6,5	ЮЗ	0,80	-0,7	
17.38	27,4	32	23,4	64	1009,24	6,9	ЮЗ	0,28	-0,5	
18.00	27,4	32	24,4	67	1009,34	6,8	ЮЗ	0,28	-0,5	
19.00	26,6	32	24,4	69	1009,44	7,9	ЮЗ	0,48	-1,0	
21.00	25,0	25	26,3	83	1009,44	4,5	ЮЮЗ	0,98	1,9	

## Пункт 1

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		Т-а воды	Облачность	Солнечная радиация			
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление			прямая	рассеянная		
1 июля	7.00	25,0	27	27,3	86	1010,62	5,1	ЮЮВ	25,3	Сi, Сс, Ас	6/0	0	0,223	
	13.00	25,9	29	25,1	75	1010,12	4,0	Ю	26,9	Ас, Сс	9/1	0	0,555	
	15.03	26,3	44	26,8	78	1009,52	6,0	Ю	27,6	Ас	7/0	0	0,338	
	15.13	26,3	30	26,5	77	1010,92	6,4	Ю	27,6	Ас, Сс	8/0	0	0,338	
	15.23	26,7	38	27,7	79	1010,92	6,2	Ю	27,6	Сс, Ас, Сu	8/0	0	0,384	
	15.33	26,3	29	26,2	77	1010,92	6,9	Ю	27,6	Ас, Сu	8/0	0	0,528	
	15.43	26,5	29	25,1	72	1010,32	5,6	ЮЮЗ	27,6	Ас, Сu	9/0	0	0,487	
	15.53	26,1	28	26,4	78	1010,52	4,3	ЮЮЗ	27,6	Ас, Сu	9/0	0	0,378	
	16.03	26,3	27	26,5	77	1010,32	4,6	ЮЮЗ	27,6	Ас, Сu	9/0	0	0,415	
	16.13	26,1	26	26,4	78	1010,22	5,5	ЮЮЗ	27,6	Ас, Сu	9/0	0	0,282	
	16.23	26,3	27	27,0	79	1010,22	5,6	ЮЮЗ	27,6	Ас, Сu	9/0	0	0,282	
	16.24													
	16.25													
	16.26													
	16.27													
	16.28	26,1	28	26,4	78	1010,32	5,8	ЮЮЗ	27,6	Ас, Сu	9/0	0	0,280	
	16.38	26,1	27	28,2	83	1010,22	5,6	ЮЮЗ	27,8	Ас, Сu	9/0	0	0,303	
	16.48	26,1	26	27,2	80	1009,92	6,0	ЮЮЗ	27,8	Ас, Сс, Сu	9/0	0	0,340	
	16.58	26,3	28	28,0	82	1009,92	6,4	ЮЮЗ	27,8	Ас, Сс, Сu	7/0	0	0,318	
	17.08	26,5	28	26,3	76	1009,52	6,7	ЮЮЗ	27,8	Ас, Сс, Сu	7/0	0	0,337	
	17.18	26,7	29	26,2	75	1009,52	5,1	ЮЮЗ	27,8	Сс, Ас	7/0	0	0,327	
17.28	26,5	30	26,8	77	1009,42	5,0	ЮЮЗ	27,8	Сi, Сс, Ас	7/0	0	0,378		
17.38	26,5	30	26,3	76	1009,32	4,4	ЮЮЗ	27,8	Сi, Сс, Ас	6/0	0	0,348		
18.00	26,5	30	27,1	78	1009,02	3,6	ЮЮЗ	27,8	Сi, Сс, Ас	7/0	0	0,265		
19.00	26,4	28	24,7	71	1008,52	5,6	ЮЮЗ	27,8	Сi, Сс	8/0	0	0,152		
21.00	25,9	25	26,6	79		4,0	ЮЗ	26,7	Сс, Сс	3/2	0			

## Пункт 2

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		$\Delta P_{1,2}$	$\Delta t_{1,2}$
		воздуха	почвы	абс.	отн.		скорость, м/сек	направление		
1 июля	7.00	25,7	29	26,2	79	1010,04	3,6	Ю	0,58	-0,7
	13.00	27,0	36	25,4	71	1010,64	4,6	Ю	-0,52	-1,1
	15.03	28,8	47	23,2	58	1010,74	6,6	Ю	-1,22	-2,5
	15.13	29,4	38	24,3	59	1010,54	6,6	Ю	0,38	-3,1
	15.23	28,6	31	24,9	64	1010,54	6,9	ЮЮЗ	0,38	1,9
	15.33	29,2	31	23,4	58	1010,54	5,8	ЮЮЗ	0,38	-2,9
	15.43	27,9	29	24,1	65	1010,44	5,1	ЮЮЗ	-0,12	1,4
	15.53	27,0	35	25,2	70	1010,54	5,1	ЮЮЗ	-0,02	-0,9

Дата	Время	Температура		Влажность		Давление	Ветер		$\Delta p_{1,2}$	$\Delta t_{1,2}$
		воздуха	ночны	абс.	отн.		скорость, м/сек	направ- ление		
1 июля	16.03	27,2	33	23,8	66	1010,24	5,8	ЮЮЗ	0,08	-0,9
	16.13	26,8	33	25,1	71	1010,54	5,0	ЮЮЗ	-0,32	-0,7
	16.23	27,0	34	25,9	73	1010,24	4,8	ЮЮЗ	-0,02	-0,7
	16.24									
	16.25									
	16.26									
	16.27									
	16.28	26,8	33	25,3	72	1010,04	6,2	ЮЮЗ	0,28	-0,7
	16.38	26,9	34	25,0	70	1010,14	5,5	ЮЮЗ	0,08	-0,8
	16.48	27,0	33	23,2	65	1010,04	5,5	ЮЮЗ	-0,12	-0,9
	16.58	27,0	33	23,9	67	1010,04	4,7	ЮЮЗ	-0,12	-0,7
	17.08	27,3	33	23,7	65	1009,44	5,0	ЮЮЗ	0,08	-0,8
	17.18	27,2	33	22,6	63	1009,74	5,0	ЮЮЗ	-0,22	-0,5
	17.28	26,9	32	23,3	66	1010,04	4,8	ЮЮЗ	-0,62	-0,4
	17.38	26,7	30	23,4	67	1009,64	4,2	ЮЗ	-0,32	-0,2
	18.00	26,8	30	23,6	67	1009,44	3,9	ЮЮЗ	-0,42	-0,3
19.00	26,0	25	23,3	69	1008,64			-0,12	-0,4	
21.00										

ЛИТЕРАТУРА

1. А. И. Лурье. Операционное исчисление. Гостехиздат, 1950.
2. В. А. Диткин и П. И. Кузнецов. Справочник по операционному исчислению. Гостехиздат, 1951.
3. А. А. Дмитриев. Влияние материков и океанов на циркуляцию атмосферы. Труды МГИ, т. II, 1949.
4. М. И. Юдин. Приложение статистической теории турбулентности к упрощению уравнений динамики атмосферы. Труды ГГО, вып. 33 (95), 1952.
5. В. Мунк. Гравитационные волны в атмосфере. Journ. meteor. 2, № 4, 1954.

Представлено 23 XII 1954.





QC Dmitriev, A A  
863 K voprosu ob izmenenii  
D55 meteorologicheskikh elementov

Physical & ...  
Applied Sci.

PLEASE DO NOT REMOVE  
CARDS OR SLIPS FROM THIS POCKET

---

UNIVERSITY OF TORONTO LIBRARY

---

